



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 40 654 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/24
H 01 M 8/02

②① Aktenzeichen: 100 40 654.8
②② Anmeldetag: 19. 8. 2000
④③ Offenlegungstag: 7. 3. 2002

DE 100 40 654 A 1

⑦① **Anmelder:**
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

⑦② **Erfinder:**
Dohle, Hendrik, Dr., 52224 Stolberg, DE; Bewer,
Thomas, 59439 Holzwickede, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Brennstoffzellenstapel**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel, bei dem erfindungsgemäß zur Bildung eines durchgehenden Betriebsmittelkanals mehrere Bauteilflächen des Brennstoffzellenstapels vorteilhaft über eine Dichtung abgedichtet werden.

Der erfindungsgemäße Brennstoffzellenstapel kann sehr kompakt aufgebaut werden, wobei die Schichtdicke einer einzelnen Brennstoffzelle regelmäßig deutlich geringer als 1,5 mm, vorteilhaft sogar geringer als 1,2 mm, ist.

DE 100 40 654 A 1

Beschreibung

Darstellung der Erfindung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel, insbesondere für Niedertemperatur-Brennstoffzellen.

Stand der Technik

[0002] Eine Brennstoffzelle weist eine Kathode, einen Elektrolyten sowie eine Anode auf. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, z. B. Luft und der Anode wird ein Brennstoff, z. B. Wasserstoff zugeführt.

[0003] Verschiedene Brennstoffzellentypen sind bekannt, so beispielsweise die SOFC-Brennstoffzelle aus der Druckschrift DE 44 30 958 C1 sowie die PEM-Brennstoffzelle aus der Druckschrift DE 195 31 852 C1.

[0004] Mehrere Brennstoffzellen werden in der Regel zur Erzielung großer elektrischer Leistungen durch verbindende Elemente elektrisch und mechanisch miteinander verbunden. Ein Beispiel für ein solches verbindendes Element stellt die aus DE 44 10 711 C1 bekannte bipolare Platte dar. Mittels bipolarer Platten entstehen übereinander gestapelte, elektrisch in Serie geschaltete Brennstoffzellen. Diese Anordnung wird Brennstoffzellenstapel genannt.

[0005] Durch Schaffung von gemeinsamen Anoden- und Kathodenräumen für jeweils zwei Brennstoffzellen läßt sich der Bauraum für einen Brennstoffzellenstapel gegenüber einzelnen Brennstoffzellen deutlich reduzieren.

[0006] Vorteilhaft werden dafür in einem Brennstoffzellenstapel zwei Zellen gemeinsam, d. h. paarweise in je einen Zellrahmen eingesetzt. Mehrere hintereinander geschaltete Zellrahmen, die extern kontaktiert werden, bilden dann einen Brennstoffzellenstapel.

[0007] Bislang sind für die Zellrahmen und auch die bipolaren Platten regelmäßig aufwendige Strukturen notwendig, die eine gewisse Mindestbaugröße voraussetzen und kompliziert in der Herstellung sind. Neben der elektrischen Kontaktierung sind auch die jeweiligen Betriebsmittelzu- und -abführungen zu beachten.

[0008] Aus WO 98/13 891 ist eine bipolare Platte für eine Brennstoffzelle beschrieben, die im wesentlichen aus zahlreichen planaren Bauteilen besteht. Nachteilig erfordert diese bipolare Platte aufwendige Dichtungsmaßnahmen zwischen den einzelnen Bauteilen. Sie bildet ein Schichtsystem mit einer Dicke von ca. 3 mm.

[0009] Es hat sich bei dieser Ausführung ebenfalls als nachteilig herausgestellt, daß sowohl die Anoden- und die Kathodenräume, als auch die Betriebsstoffe führenden Kanäle abgedichtet werden müssen. Aufgrund der kompakten Ausführungsform von Brennstoffzellenstapeln werden hierfür typischerweise jeweils Flachdichtungen eingesetzt, die erhöhte Anforderungen an die Oberfläche der Bauteile hinsichtlich Rauigkeit und Fertigungsgenauigkeit stellen, und somit regelmäßig zu höheren Fertigungskosten führen.

Aufgabe und Lösung

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Brennstoffzellenstapel zu schaffen, der eine sehr kompakte Bauweise ermöglicht und die oben aufgeführten Nachteile nicht aufweist.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch einen Brennstoffzellenstapel gemäß Hauptanspruch. Vorteilhafte Ausführungsformen für den Brennstoffzellenstapel ergeben sich aus den darauf rückbezogenen Ansprüchen.

[0012] Der Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1 umfaßt wenigstens drei benachbarte Elemente, die zur Bildung eines durchgängigen Kanals jeweils einen Durchbruch aufweisen. Weiterhin sind die Durchbrüche der außen liegenden Elemente kleiner als die Durchbrüche der innen liegenden Elemente, bzw. des innen liegenden Elements. Zur Abdichtung des gebildeten Kanals zwischen den außen liegenden Elementen ist lediglich eine Dichtung vorgesehen.

[0013] Als Elemente im Sinne dieser Erfindung sind insbesondere Rahmenelemente mit Gasverteilerstrukturen oder zur Aufnahme einer Membran-Elektroden-Anordnung, bipolare Platten oder auch Flachdichtungen, die durch entsprechende Aussparungen einen Elektrodenraum zu schaffen vermögen, zu verstehen. Diese Elemente sind in einem Brennstoffzellenstapel typischerweise benachbart, d. h. schichtförmig nebeneinander angeordnet. Zur Bildung eines durchgängigen Kanals in den Elementen, insbesondere zur Zu- und/oder Ableitung eines Betriebsmittels, weisen diese Elemente entsprechende Durchbrüche auf.

[0014] Erfindungsgemäß ist dabei der Durchbruch der innen liegenden Elemente, bzw. des innen liegenden mittleren Elements größer als die der zwei außen liegenden Elemente. Der durch die Durchbrüche der Elemente gebildete Kanal wird durch eine einzige Dichtung abgedichtet. Dabei liegt diese Dichtung erfindungsgemäß nur zwischen den außen liegenden Elementen. Der Durchbruch des mittleren Elements (innen liegend) weist einen so großen Durchmesser auf, daß die zwischen den außen liegenden Elementen angeordnete Dichtung innerhalb des Durchbruchs des mittleren Elementes zu liegen kommt. Auf eine Abdichtung des innen liegenden Elements gegenüber den beiden benachbarten Elementen kann so vorteilhaft verzichtet werden.

[0015] Diese Anordnung bewirkt, daß gegenüber dem bisherigen Stand der Technik, bei dem im Bereich des Durchbruchs jedes einzelne Element zu seinem benachbarten Element abgedichtet wurde, auf eine Dichtung verzichtet werden kann. Damit kann der Brennstoffzellenstapel vorteilhaft entsprechend kompakter aufgebaut werden. Die benötigte Schichtdicke einer einzelnen Brennstoffzelle und damit des gesamten Brennstoffzellenstapels, kann somit regelmäßig reduziert werden.

[0016] Bei mehr als drei Elementen lassen sich nicht nur eine, sondern entsprechend viele zusätzliche Dichtungen einsparen. Die vorteilhafte Reduzierung in der Schichtdicke für eine einzelne Brennstoffzelle wächst mit jeder eingesparten Dichtung an.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weisen die außen liegenden Elemente Durchbrüche mit gleichem Durchmesser auf. Diese Durchbrüche bilden regelmäßig einen Teil des Kanals für die Betriebsstoffe.

[0018] Diese können vorteilhaft einheitliche Durchmesser aufweisen, um Strömungs- und Druckveränderungen aufgrund unterschiedlicher Geometrien zu vermeiden.

[0019] Vorteilhaft weisen auch alle innen liegenden Elemente identische Durchmesser für ihre Durchbrüche auf. Diese Durchmesser sollten so groß gewählt werden, daß eine zwischen die außen liegenden Elemente eingesetzte Dichtung so bemessen werden kann, daß ihr Innendurchmesser dem der Durchbrüche der außen liegenden Elemente entspricht. Dies bewirkt vorteilhaft einen nahezu reibungslosen Übergang von Dichtung auf Durchbruch innerhalb des Kanals für die Betriebsstoffe.

[0020] Vorteilhaft weist die Schichtdicke einer Brennstoffzelleneinheit des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels nur eine Schichtdicke von weniger als 2 mm auf, insbesondere von weniger als 1,5 mm. Unter der Schichtdicke

einer Brennstoffzelleneinheit ist im Rahmen der Erfindung der bauseitige Abstand von einer Membran-Elektroden-Anordnung (MEA) zur nächsten zu verstehen. Im Fall von seriell hintereinander geschalteten Brennstoffzellen besteht eine Brennstoffzelleneinheit aus einer Membran, einer Kathode, dem Kathodenraum, einer bipolaren Platte, dem Anodenraum und der Anode. Im Fall von Brennstoffzellen, bei denen jeweils zwei gleiche Elektroden benachbart angeordnet sind, besteht eine Einheit z. B. aus einer Membran, einer Kathode, dem Kathodenraum und noch einer Kathode.

[0021] Vorteilhaft wird als Dichtung in dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel eine Runddichtung in Form eines O-Rings eingesetzt. Ein O-Ring stellt nicht so hohe Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit wie eine Flachdichtung und ist einfacher zu handhaben. Ein geeignetes Material für eine O-Ring Dichtung ist beispielsweise EPDM, welches sehr beständig ist. Allgemein handelt es sich bei O-Ring Dichtungen um sehr elastische Dichtungen. Zudem ist sie kostengünstiger. Eine O-Ring Dichtung ist nicht so flach herzustellen, wie eine Flachdichtung, aber durch Einsparungen an Dichtungen kann dieser Nachteil mehr als kompensiert werden. Damit ist es beispielsweise mit Hilfe eines O-Rings als Dichtung regelmäßig möglich, Schichtdicken für eine Brennstoffzelleneinheit von weniger als 2 mm, insbesondere weniger als 1,5 mm, zu realisieren.

[0022] Besonders effektiv kann die Schichtdicke reduziert werden, wenn in einem Brennstoffzellenstapel möglichst viele der Betriebsmittelkanäle derart abgedichtet werden. Vorteilhaft weist daher ein Brennstoffzellenstapel Elemente mit wenigstens zwei, insbesondere aber mit vier Durchbrüchen für die Bildung von Betriebsmittelkanälen auf. Jeweils diagonal in einem Element angeordnet bewirken sie eine optimale Verteilung der Betriebsmittel in den Elektrodenräumen.

[0023] Zusätzliche Durchbrüche in einigen Elementen, insbesondere den Flachdichtungen, bewirken vorteilhaft eine einfache elektrische Kontaktierung zwischen zwei nicht direkt benachbarten Elementen. Der Kontakt zwischen diesen Elementen erfolgt nicht außerhalb der Elemente, sondern durch geeignete Mittel direkt zwischen ihnen. Ein solches geeignetes Mittel ist eine aus der Ebene eines ersten Elements ausgeklappte leitfähige Lasche. Durch den entsprechenden Durchbruch in dem benachbarten zweiten Element kommt es zu keinem Kontakt mit diesem Element. Erst das weitere, dritte Element, welches keinen Durchbruch an der entsprechenden Stelle aufweist, wird durch die Lasche kontaktiert, so daß auf einfache Weise eine elektrische Verbindung zwischen dem ersten und dritten, nicht aber zu dem mittleren Element besteht.

Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Die Fig. 1a zeigt schematisch einen Ausschnitt aus einem Brennstoffzellenstapel gemäß dem Stand der Technik, bestehend aus drei Elementen E, z. B. Rahmenelementen oder bipolare Platten. Diese Elemente weisen jeweils einen Durchbruch mit dem Durchmesser \varnothing auf und bilden so einen durchgängigen Kanal. Jedes Element wird beispielsweise durch eine ringförmige Dichtung D um den Durchbruch zum benachbarten Element abgedichtet. Bisher üblich sind als Dichtungen dabei die sogenannten Flachdichtungen, die vorteilhaft sehr dünn sind, jedoch erhöhte Anforderungen an die Oberfläche der Elemente bezüglich Rauigkeit und Fertigungsgenauigkeit stellen.

[0025] In der Fig. 1b wird ebenfalls schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle dargestellt. Die drei benachbarten Elemente E_a , E_i , E_a weisen ebenfalls Durchbrüche zur Bildung eines durchgängigen

Kanals auf. Der Durchmesser \varnothing_i des Durchbruchs des innen liegenden Elements E_i ist jedoch größer als die Durchmesser \varnothing_a der Durchbrüche der außen liegenden Elemente E_a . Damit wird vorteilhaft durch eine einzige Dichtung D der Kanal zwischen den außen liegenden Elementen abgedichtet.

[0026] Da auf diese Art eine Dichtung eingespart wird, kann auf eine aufwendige Flachdichtung verzichtet und statt dessen z. B. ein einfacher O-Ring als Dichtung vorgesehen werden. Obwohl die einzelne Dichtung (D in Fig. 1b) selbst dicker ausfällt als eine Flachdichtung (D in Fig. 1a), ist in dieser Ausführungsform der Erfindung die Schichtdicke S_2 der drei Elemente im Vergleich zum Stand der Technik S_1 regelmäßig reduziert. Dies bietet für den Bau eines Brennstoffzellenstapels besondere Vorteile. Je mehr Elemente durch die erfindungsgemäße Art der Abdichtung verbunden werden, desto größer ist der Gewinn durch die Verringerung der Schichtdicken.

[0027] Die Fig. 2 verdeutlicht ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels, bei dem jeweils ein Elektrodenraum an zwei identische Elektroden grenzt. Ein Elektrodenraum wird gebildet durch zwei elektrisch leitende Elemente mit Gasverteilerstrukturen 1 und eine dazwischen befindliche Flachdichtung 7. Nach außen wird der Elektrodenraum durch zwei benachbarte Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs) 2 begrenzt. Diese werden durch eine oder mehrere entsprechende Dichtungen 3 gegenüber den benachbarten Elementen abgedichtet.

[0028] Die einzelnen Elemente 1, 5, 7 weisen jeweils zwei Durchbrüche zur Bildung eines Brennstoff- und eines Oxidationsmittelkanals auf. Der Teil des Oxidationsmittelkanals 12, der durch die Durchbrüche der zwei Elemente der benachbarten Kathodeneinheit 1k, 5k und die Durchbrüche der zwei Elemente mit Gasverteilerstruktur 1a, 5a und der Flachdichtung 7 der Anodeneinheit gebildet wird, wird lediglich durch eine Dichtung 9 zwischen den außen liegenden Elementen abgedichtet.

[0029] Dabei ist die Bezeichnung außen liegendes und innen liegendes Element nicht absolut zu sehen, sondern bezieht sich auf den jeweiligen zu bildenden Kanal.

[0030] In Bezug auf den Oxidationsmittelkanal 12 bilden die Elemente mit Gasverteilerstruktur 5a, 1a der Anodeneinheit innen liegende Elemente, dessen Durchbrüche anspruchsgemäß größer sind als die der außen liegenden Elemente der benachbarten Kathodeneinheit. In Bezug auf den Brennstoffmittelkanal 13 bilden jedoch dieselben Elemente 5a, 1a der Anodeneinheit nun außen liegende Elemente.

[0031] Die Fig. 3 verdeutlicht in einem speziellen Ausführungsbeispiel den Aufbau eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels aus einzelnen Elementen.

- Die Membran-Elektroden-Einheiten (MEAs) 2 sind in Kartuschen 4, 6 vormontiert.
- Die elektrische Isolierung der Kartuschenplatten 1 erfolgt über die MEA-Flachdichtung 3.
- Die Kartuschen 1 sind im Stack so angeordnet, daß je zwei Kartuschen mit je einem Anoden- und je einem Kathodenraum in Kontakt stehen.
- Das Rahmenelement 7 zwischen den Kartuschen 1 ist eine Flachdichtung 3.
- Der Anodenraum bzw. der Kathodenraum werden durch eine Aussparung 7b in der Flachdichtung 3 gebildet.
- Die Strömungsverteilung innerhalb der Medienräume und die Anpressung der MEA werden durch nichtleitende Einsätze 8 realisiert.
- Der Einsatz 8 ist ein Kunststoffgewebe.
- Die Kartuschenplatten 1 und 5 verfügen über Boh-

rungen 1a, 1b, 5c, 5d zur Betriebsmittelweiterleitung.

- Die Bohrungen 1a, 5c sind kleiner als die Bohrungen 1b, 5d.
- Die Abdichtung der Medienweiterleitung von z. B. einem Anodenraum zum nächsten Anodenraum erfolgt über einen Runddichtring (O-Ring) 9.
- Die Fläche in der Kartuschenplatte 1, 5, die sich unmittelbar um die kleinen Bohrungen 1a, 5c herum befindet, ist eine Anlagefläche für den Dichtring 9.
- Der Dichtring 9 ist in dem Raum untergebracht, der von den Bohrungen 1b, 7a, 5d gebildet wird.
- Die Kartuschen 5 verfügen zur Stromweiterleitung über Kontaktlaschen 5a, die durch Ausbrüche hindurch 7c, 5b in den Rahmenelementen 7 und den Kartuschenplatten 5 die Kartuschen 4 und die Endplatten 10, 11 kontaktieren.
- Die Dicke der Kartuschenplatten 1, 5 beträgt ca. 0,2 mm, die Dicke des Rahmenelements 7 ca. 0,8 mm.

[0032] Damit ergeben sich folgende Vorteile für die Erfindung:

- es ist eine sehr flache Bauweise < 1,5 mm pro Einzelzelle realisierbar;
- es ist keine externe Verdrahtung trotz gemeinsamer Anoden- und Kathodenräume notwendig;
- der Runddichtring (O-Ring) überbrückt direkt 4 Dichtungsübergänge bzw. Bauteilflächen, und sorgt für ein zuverlässiges Abdichten;
- es werden extrem wenige und zudem nur planare Bauteile benötigt.

Legende für Figuren

E, E _i , E _a Element (i = innen liegend, a = außen liegend)	35
Ø _i , Ø _a Durchmesser des Durchbruchs (i = innen liegend, a = außen liegend)	
D Dichtung	
S ₁ , S ₂ Schichtdicke	40
1 Element mit Gasverteilerstrukturen 1a = anodenseitig, 1k = kathodenseitig	
2 Membran-Elektroden-Anordnung, MEA	
3 Flachdichtung für MEA	
4 Kartusche zusammengesetzt aus 1 + 2 + 3 + 1	45
5 Element mit Gasverteilerstrukturen sowie Durchbruch und Lasche für eine elektrische Kontaktierung 5a = anodenseitig, 5k = kathodenseitig	
6 Kartusche zusammengesetzt aus 5 + 2 + 3 + 5	
7 Flachdichtung	50
8 nicht leitendes Kunststoffgewebe	
9 O-Ring	
10 Endplatte	
11 Endplatte	
12 Oxidationsmittelkanal	55
13 Brennstoffmittelkanal	

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenstapel, umfassend wenigstens drei benachbarte Elemente (E), die zur Bildung eines durchgängigen Kanals jeweils einen Durchbruch aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchbrüche (Ø_a) der beiden außen liegenden Elemente (E_a) kleiner sind als der Durchbruch (Q) des innen liegenden Elements, bzw. kleiner sind als die Durchbrüche der innen liegenden Elemente (E_i), und daß nur eine Dichtung (D) zur Abdichtung des gebilde-

ten Kanals zwischen den außen liegenden Elementen (E_a) vorgesehen ist.

2. Brennstoffzellenstapel nach vorhergehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche der außen liegenden Elemente gleich große Durchmesser aufweisen.

3. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche der innen liegenden Elemente gleich große Durchmesser aufweisen.

4. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke einer einzelnen Brennstoffzelleneinheit kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 1,5 mm ist.

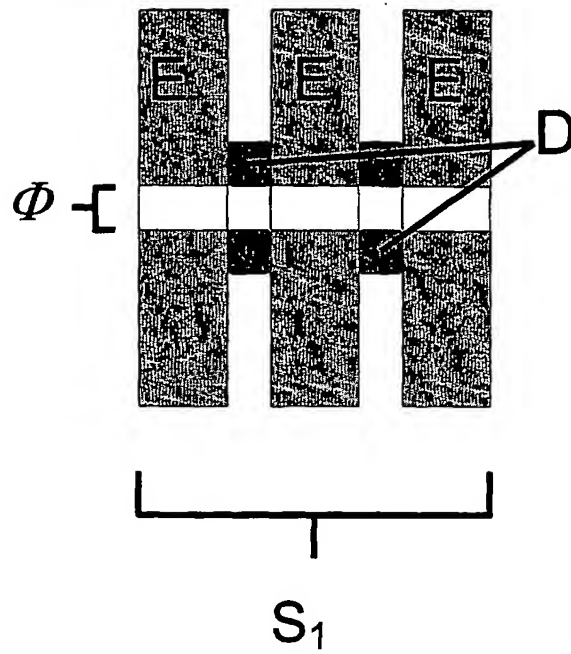
5. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem O-Ring als Dichtung.

6. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Element wenigstens zwei Durchbrüche zur Bildung eines durchgehenden Kanals aufweist, insbesondere einen für den Brennstoff und einen für das Oxidationsmittel.

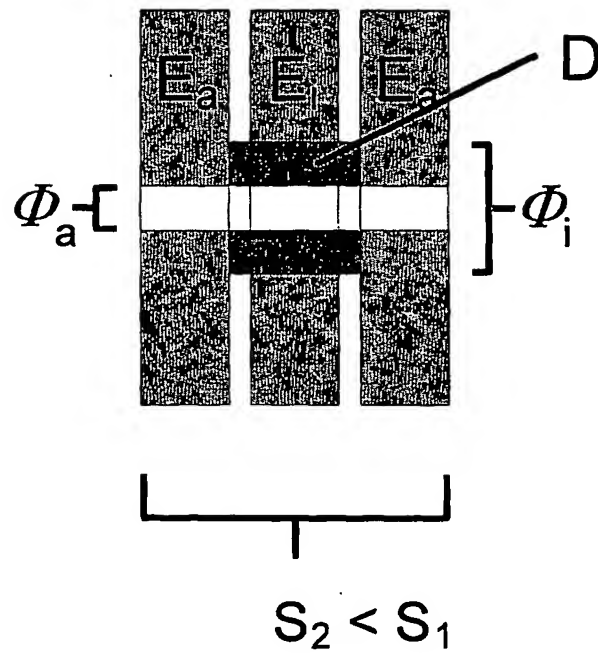
7. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Flachdichtung und vier Elementen mit Gasverteilerstrukturen zur Betriebsstoffverteilung als benachbarte Elemente.

8. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Element einen zusätzlichen Durchbruch zur elektrischen Kontaktierung der beiden benachbarten Elemente aufweist.

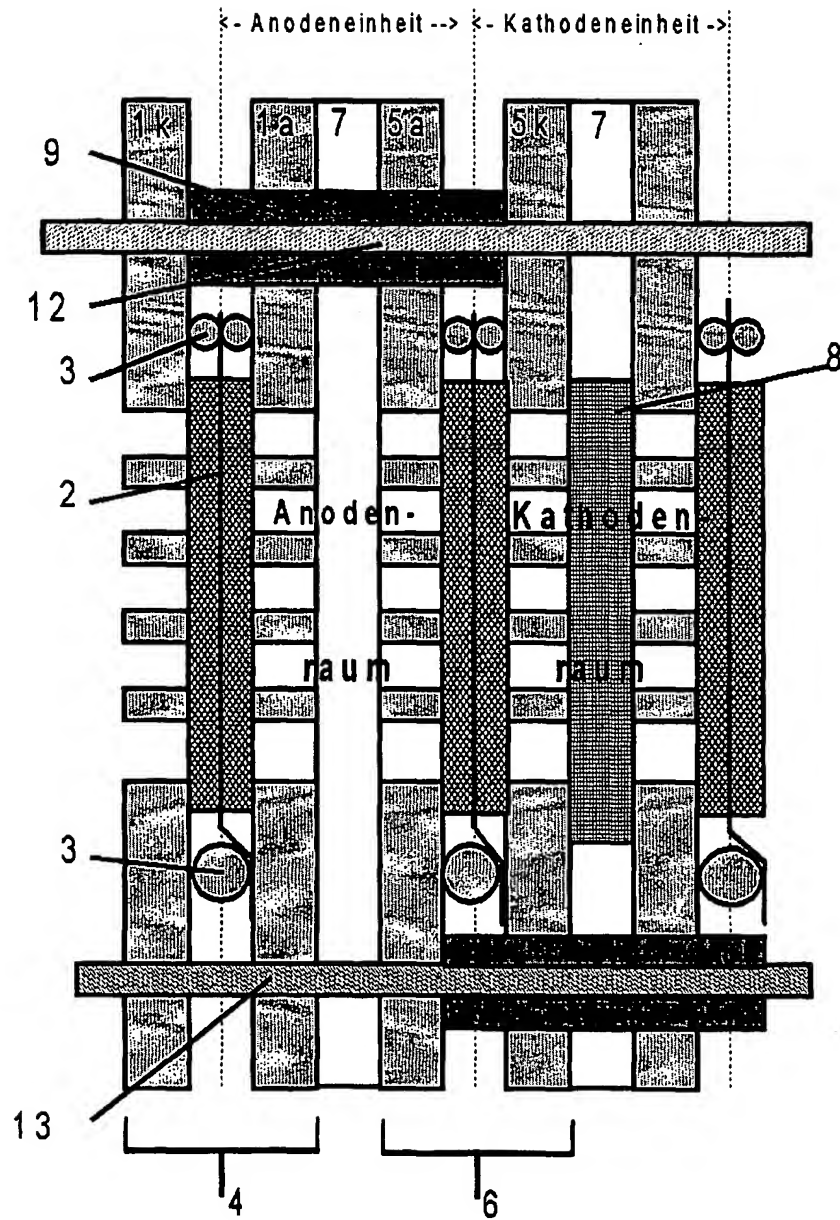
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



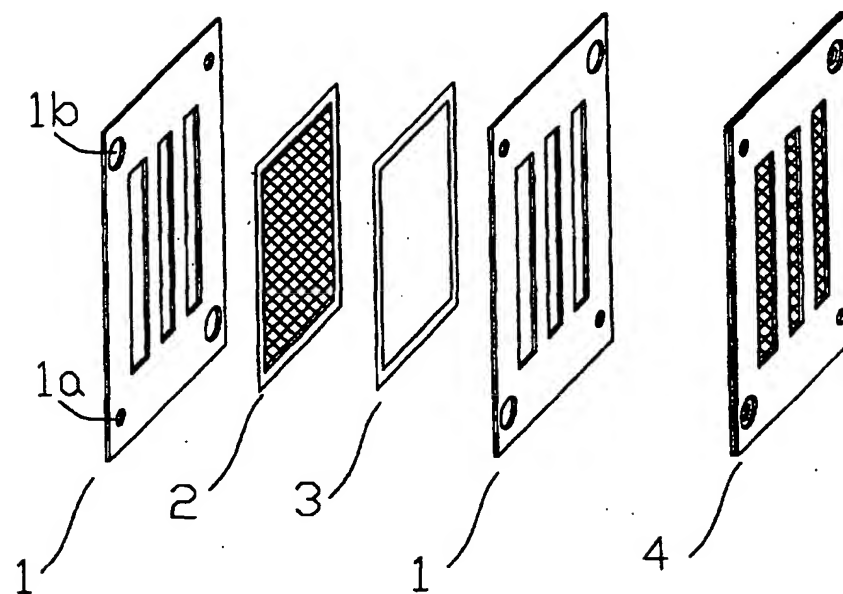
Figur 1a



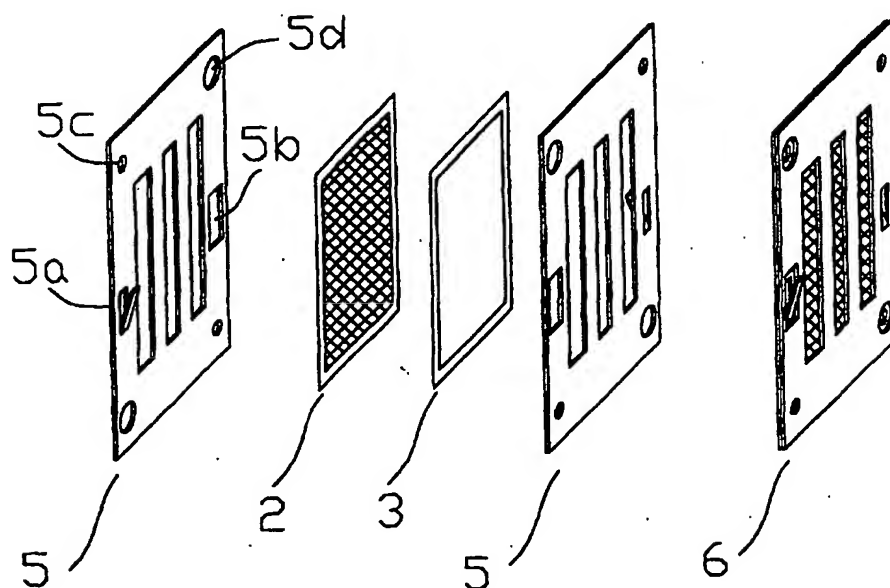
Figur 1b



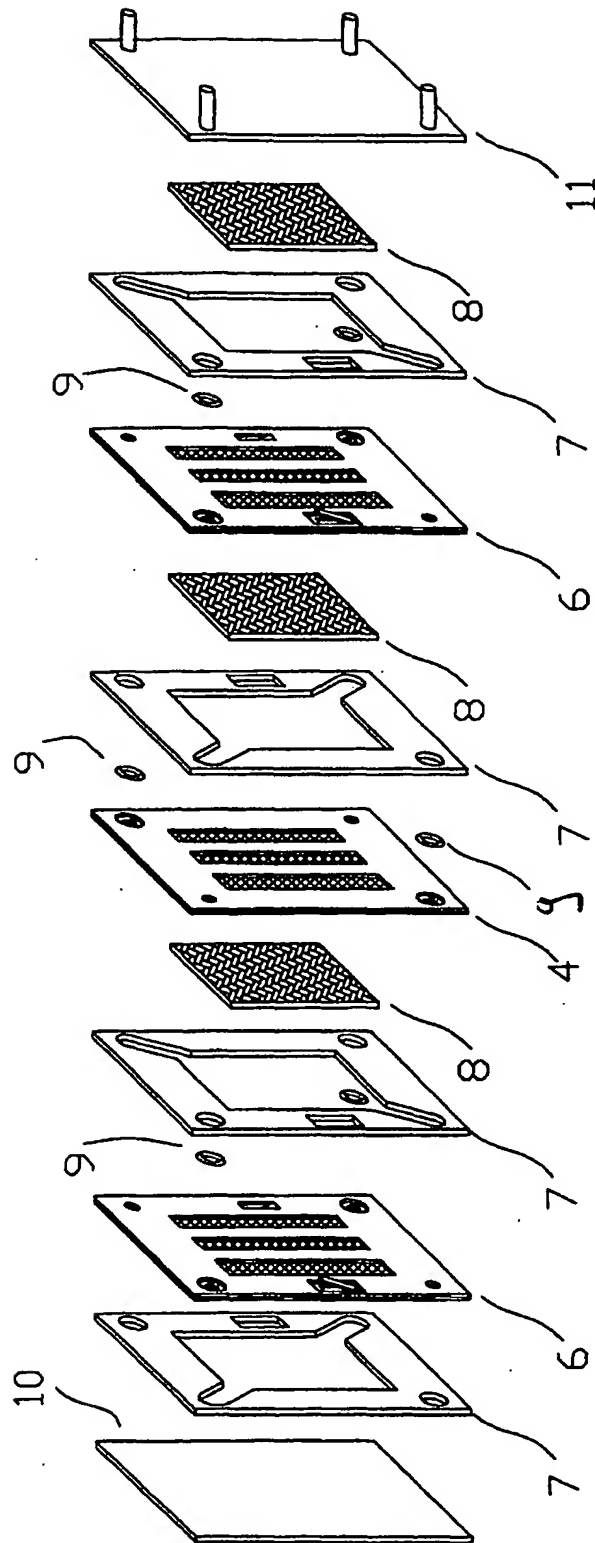
Figur 2



Figur 3a



Figur 3b



Figur 3c